



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103078414 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 01

(21) 申请号 201210586683. 4

(22) 申请日 2012. 12. 30

(71) 申请人 南京邮电大学

地址 210003 江苏省南京市鼓楼区新模范马
路 66 号

(72) 发明人 周岩 刘赞 吕小妹 谢俊 岳东

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限
公司 32200

代理人 朱小兵

(51) Int. Cl.

H02J 17/00 (2006. 01)

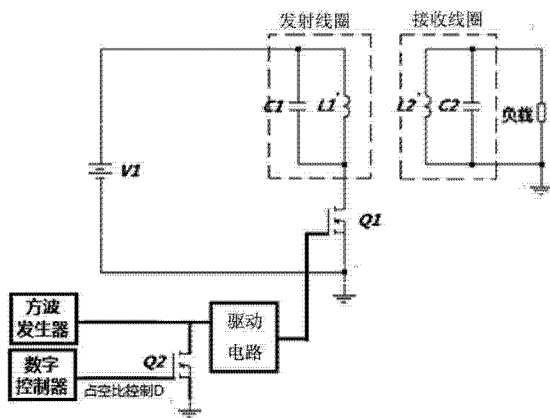
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种传输功率可控的无线电能传输装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种传输功率可控的无线电能传输装置,包括方波发生器、数字控制器、驱动电路、第一开关管、第二开关管、磁耦合谐振电路,其中所述方波发生器产生高频开关信号传输给驱动电路,驱动电路接收高频开关信号后,驱动与磁耦合谐振电路相连接的第一开关管导通,通过磁耦合谐振电路将电能无线传输至负载;数字控制器向第二开关管传输占空比控制信号,来实现第二开关管周期性的关断和闭合,间接控制磁耦合谐振电路的工作周期,从而达到无线电能传输功率的控制。本发明还公开了该传输装置的控制方法,定义一个周期内发射谐振磁场振荡数目,通过调节在一个周期内的占空比实现对负载端平均功率的控制。



1. 一种传输功率可控的无线电能传输装置,其特征在于:包括方波发生器、数字控制器、驱动电路、第一开关管、第二开关管、磁耦合谐振电路,其中所述方波发生器产生高频开关信号传输给驱动电路,驱动电路接收高频开关信号后,驱动与磁耦合谐振电路相连接的第一开关管导通,通过磁耦合谐振电路将电能无线传输至负载;所述第二开关管的漏极与驱动电路的信号输入端连接,第二开关管的栅极与数字控制器的信号输出端连接,第二开关管的源极接地;数字控制器向第二开关管传输占空比控制信号,来实现第二开关管周期性的关断和闭合,间接控制磁耦合谐振电路的工作周期,从而达到无线电能传输功率的控制。

2. 根据权利要求1所述的一种传输功率可控的无线电能传输装置,其特征在于:所述磁耦合谐振电路由发射电路和接收电路组成,其中发射电路由直流电源、与直流电源的输出串联的发射线圈 L1、以及与发射线圈 L1 并联的第一谐振电容 C1 构成;所述接收电路由相互并联的接收线圈 L2、第二谐振电容 C2 构成。

3. 根据权利要求2所述的一种传输功率可控的无线电能传输装置,其特征在于:所述接收线圈的谐振频率与发射线圈的谐振频率相同;利用接收线圈与发射线圈所产生的磁场具有相同振荡频率而产生磁共振,为负载提供能量。

4. 一种如权利要求1或2或3所述的一种传输功率可控的无线电能传输装置的磁耦合谐振电路发送功率控制方法,其特征在于,由方波发生器和数字控制器分别产生两路控制信号:

第一路控制信号是由方波发生器产生、并始终输出至驱动电路的高频开关信号;所述高频开关信号的周期与磁耦合谐振电路的电磁场耦合谐振周期相同;

第二路控制信号是由数字控制器输出至第二开关管的占空比控制信号;将 M 个磁耦合谐振电路的电磁场耦合谐振周期设为一个控制周期 T,所述占空比控制信号的占空比 $D=N/M$,其中, M、N 为大于 0 的自然数, $N < M$;

通过所述数字控制器输出占空比控制信号控制第二开关管动作,使得第一开关管在 M 个高频开关信号周期内的 N 个周期工作,在其余 M-N 个周期内关闭,从而实现无线电能传输到负载侧平均功率的控制。

一种传输功率可控的无线电能传输装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及是无线能量传输装置,具体涉及一种磁耦合谐振装置及其发送功率占空比控制方法,用于需要为接收端负载提供可调的功率。

背景技术

[0002] 非辐射性磁耦合谐振作为新型无线供电技术,通过使两个相同频率的谐振物体产生很强的相互耦合,而对周围非谐振频率的接收端只有较弱的耦合。磁耦合谐振系统包括发射谐振线圈、次级接收谐振线圈和负载。磁耦合谐振技术可实现中距离 (mid-range) 的能量传输,而不需要增强磁场强度,而传统的磁耦合只能在短距离范围内(一般在十厘米)取得相对良好的效果,传输距离只能通过增强磁场强度来增加。同时磁谐振耦合系统有一个重要优点就是可以穿透各种不同非金属障碍物,而且对系统的能量传输效率、功率等指标没有影响。

[0003] 在磁耦合谐振无线供电场合,我们需要在负载端调节其可接收的平均功率(如电动汽车无线电能充电设备、无线电能电磁炉等)。因此我们需要研究基于磁耦合谐振无线供电设备的调功方法来保证用电安全或达到预期效果。

[0004] 申请人于 2012 年 11 月 26 日提交了一件申请号为 201210488523.6、名称为“一种磁耦合谐振无线供电功率控制系统”的发明专利申请。在这份专利申请中,公开了一种磁耦合谐振无线供电功率控制系统,包括控制电路、驱动电路、电源、开关管、磁耦合谐振电路以及整流滤波电路;其中,控制电路根据设定的控制规则输出高频信号给驱动电路;驱动电路接收控制电路的高频信号,为开关管提供高频工作所需的驱动能力,将电源的电能通过磁耦合谐振电路传递给整流滤波电路,经整流滤波电路进行整流、滤波后为负载提供直流电能。

[0005] 上述申请通过在控制电路中定义磁耦合谐振电路中发射谐振磁场振荡周期的 M 倍为一个控制周期,在一个周期内,数字控制芯片直接为驱动电路提供在 N 个磁场谐振周期工作的信号,后 M-N 个周期关断信号,在磁耦合谐振电路接收线圈端可获得不同的平均功率。但是在控制电路中实现这种控制策略需要依赖昂贵的数字可编程控制芯片,对芯片的实时高速处理能力要求较高。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是针对磁耦合谐振无线供电应用场合,提出低成本、高可靠性的传输功率可控的无线电能传输装置及其功率传输控制方法。

[0007] 本发明为解决上述技术问题采用以下技术方案:

[0008] 一种传输功率可控的无线电能传输装置,包括方波发生器、数字控制器、驱动电路、第一开关管、第二开关管、磁耦合谐振电路,其中所述方波发生器产生高频开关信号传输给驱动电路,驱动电路接收高频开关信号后,驱动与磁耦合谐振电路相连接的第一开关管导通,通过磁耦合谐振电路将电能无线传输至负载;所述第二开关管的漏极与驱动电路

的信号输入端连接,第二开关管的栅极与数字控制器的信号输出端连接,第二开关管的源极接地;数字控制器向第二开关管传输占空比控制信号,来实现第二开关管周期性的关断和闭合,间接控制磁耦合谐振电路的工作周期,从而达到无线电能传输功率的控制。

[0009] 作为本发明的一种传输功率可控的无线电能传输装置的进一步优化方案:所述磁耦合谐振电路由发射电路和接收电路组成,其中发射电路由直流电源、与直流电源的输出串联的发射线圈 L1、以及与发射线圈 L1 并联的第一谐振电容 C1 构成;所述接收电路由相互并联的接收线圈 L2、第二谐振电容 C2 构成。

[0010] 作为本发明的一种传输功率可控的无线电能传输装置的进一步优化方案:所述接收线圈的谐振频率与发射线圈的谐振频率相同;利用接收线圈与发射线圈所产生的磁场具有相同振荡频率而产生磁共振,为负载提供能量。

[0011] 本发明还提供一种基于传输功率可控的无线电能传输装置的磁耦合谐振电路发送功率控制方法,由方波发生器和数字控制器分别产生两路控制信号:

[0012] 第一路控制信号是由方波发生器产生、并始终输出至驱动电路的高频开关信号;所述高频开关信号的周期与磁耦合谐振电路的电磁场耦合谐振周期相同;

[0013] 第二路控制信号是由数字控制器输出至第二开关管的占空比控制信号;将 M 个磁耦合谐振电路的电磁场耦合谐振周期设为一个控制周期 T,所述占空比控制信号的占空比 $D=N/M$,其中, M、N 为大于 0 的自然数, $N < M$;

[0014] 通过所述数字控制器输出占空比控制信号控制第二开关管动作,使得第一开关管在 M 个高频开关信号周期内的 N 个周期工作,在其余 M-N 个周期内关闭,从而实现无线电能传输到负载侧平均功率的控制。

[0015] 本发明采用以上技术方案与现有技术相比,具有以下技术效果:

[0016] 本发明定义一个周期内发射谐振磁场振荡数目,通过调节在一个周期内的占空比实现对负载端平均功率的控制;占空比 D 为 0 时,无线电能传输功率为 0;占空比 D 为 1 时,无线电能传输功率为额定功率,对应于不同的占空比(0 和 1 之间)可获得所对应的功率,由此可以为负载接收端提供所期望的平均功率。

[0017] 与背景技术中申请号为 201210488523.6 的专利申请相比,本发明只需要采用价格低廉的 555 芯片或其它可产生固定高频方波输出的电路,定义 M 个高频方波信号为一个控制周期,只需要依赖普通的低速数字处理芯片通过占空比控制 N 个高频方波信号控制开关管工作, M-N 个高频方波信号控制开关管关闭。对芯片的实时处理能力要求下降 f_s/M 倍,其中 f_s 为高频方波的频率。

[0018] 综上所述,本发明具有结构简单、成本低的优点,普通单片机就可以实现该电路全部功能。可广泛应用于无线供电电动汽车充电时的平均功率控制、无线供电加热设备等场合。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明的电路示意图。

[0020] 图 2 是本发明优选实例的磁耦合谐振正常工作时的电磁波传送能量。

[0021] 图 3 是本发明优选实例的一种磁耦合谐振装置发送功率占空比 $D=0.5$ 时原理示意图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明的技术方案做进一步的详细说明：

[0023] 如图 1 所示,本发明包括方波发生器、数字控制器、驱动电路、第一开关管、第二开关管、磁耦合谐振电路;其中磁耦合谐振电路包括发射电路和接收电路,发射电路由直流电源 V1,开关管 Q1,发射线圈 L1,发射线圈谐振电容 C1 构成。接收电路为接收线圈 L2、接收线圈谐振电容 C2 和负载。其中发射线圈的电感量 L1 和接收线圈电感量 L2 相同、谐振电容量 C1 和 C2 相同。

[0024] 所述方波发生器产生高频开关信号传输给驱动电路,驱动电路接收高频开关信号后,驱动与磁耦合谐振电路相连接的第一开关管导通,通过磁耦合谐振电路将电能无线传输至负载;所述第二开关管的漏极与驱动电路的信号输入端连接,第二开关管的栅极与数字控制器的信号输出端连接,第二开关管的源极接地;数字控制器向第二开关管传输占空比控制信号,来实现第二开关管周期性的关断和闭合,间接控制磁耦合谐振电路的工作周期,从而达到无线电能传输功率的控制。

[0025] 本发明的优选实例的具体参数如下:输入电压 V1 为 24VDC;发射线圈 L1 和接收线圈 L2 谐振电感量为 22uH;谐振电容值 C1 为 470nF;开关管 Q1 为 IPB108N15N3G;方波发生器为 555;数字控制器芯片为单片机 AD89S51;驱动芯片为 IR2100。

[0026] 方波发生器和数字控制器分别输出高频信号和占空比控制信号。原边发射线圈的谐振频率为 $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_1}}$,驱动电路接收方波发生器的高频信号,并为 Q1 开关管提供高频工作所需的驱动能力,此时给 Q1 提供的开关频率同样为 f_1 。由于在接收端线圈 $L_1C_1=L_2C_2$,因此 L2 线圈能够接收到磁谐振传递的能量并为负载提供电能。占空比控制信号控制开关管 Q2 的导通,实现无线电能传输的平均功率控制。

[0027] 如图 2 所示,其给出了磁耦合谐振磁场传递能量特征示意图。为方便体现本发明的思想,图 2 中仅定义每 8 个磁场谐振振荡周期 f_1 为本专利所定义的控制周期,即 $T=8f_1$ 。事实上本发明可以定义任意多个磁场谐振振荡周期作为一个控制周期以达到最好的控制效果。

[0028] 如图 3 所示,其给出了本发明的优选实例的一种工作情况下($D=0.5$)示意图。图 3 中方波发生器始终给出高频信号 f_1 ,同时通过数字控制器控制开关管 Q2 实现占空比控制。当开关管 Q2 断开时,高频信号 f_1 通过驱动电路对开关管 Q1 进行高频开关控制,原边发射线圈的谐振频率为 $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_1}}$,此时传递无线电能;当开关管 Q2 闭合时,驱动电路接收不到驱动信号,此时开关管 Q1 始终处于断路状态,此时不能传递无线电能。在图 3 中示出定义在 8 个电磁波振荡周期内只有 4 个周期传输无线电能,即 $D=0.5$ 的情况。

[0029] 由以上分析可知,本发明通过定义任意个电磁振荡周期的倍数为一个控制周期,在定义的控制周期内进行占空比控制,即可实现对期望平均传输功率的控制。通过这样的设计,就可以极大的降低无线电能传输装置的成本,提高了系统可靠性。

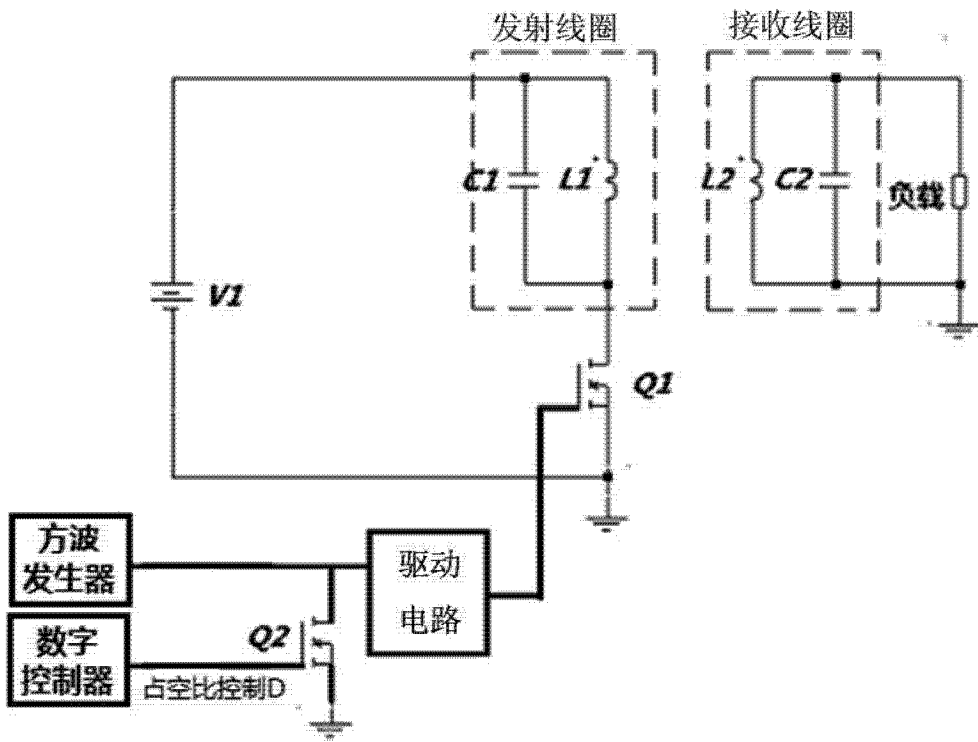


图 1

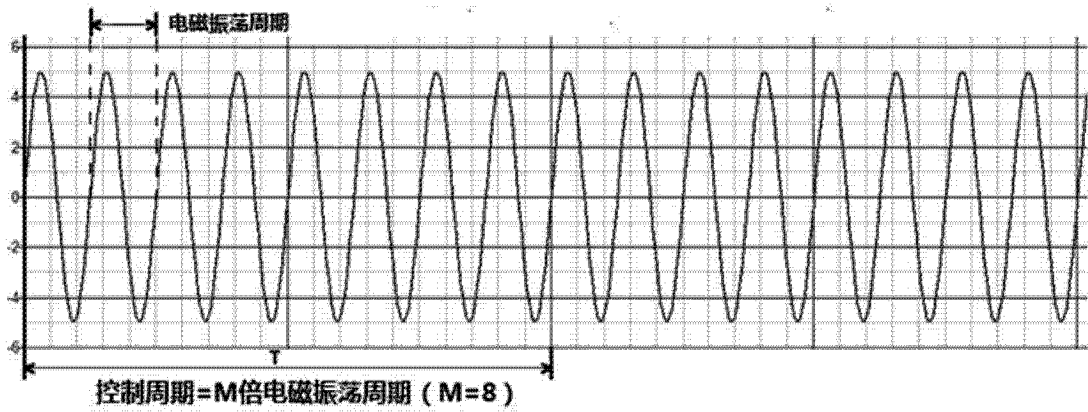


图 2

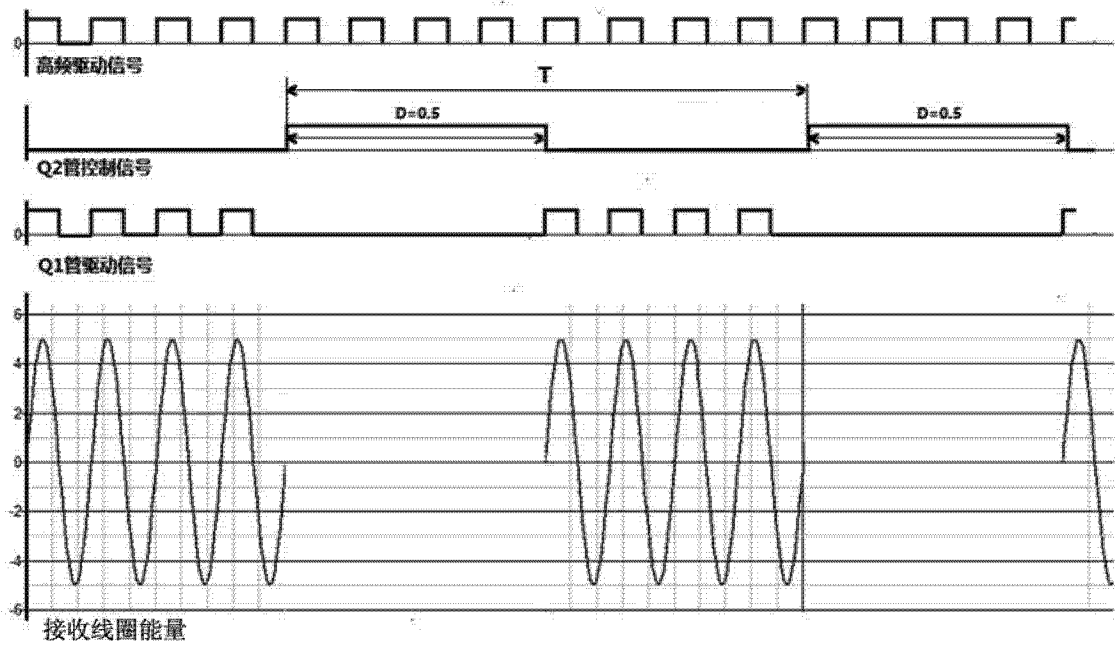


图 3